

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-075976

(43)Date of publication of application : 15.03.2002

(51)Int.Cl.

H01L 21/31
C23C 16/455

(21)Application number : 2001-190794

(71)Applicant : CHARTERED SEMICONDUCTOR
MANUFACTURING INC

(22)Date of filing : 25.06.2001

(72)Inventor : KIAN UU KUAN
CHAN CHAN
WON HAI RON
SOU POKKU CHUA

(30)Priority

Priority number : 2000 636581

Priority date : 10.08.2000

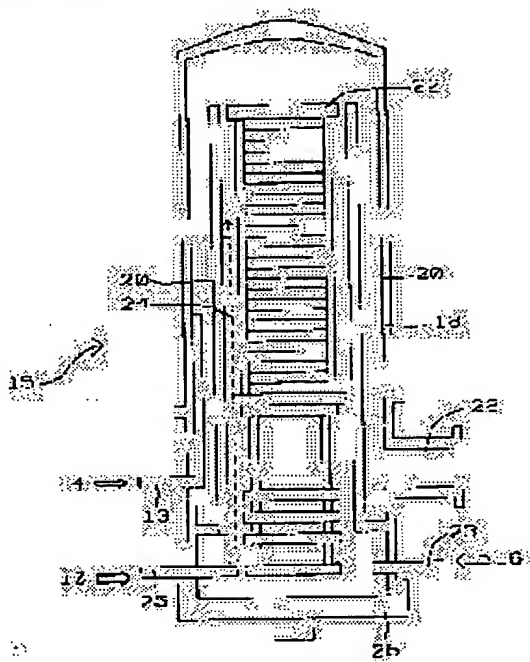
Priority country : US

(54) L-SHAPED GAS EJECTOR AND ITS OPERATING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a novel system for depositing one or more than one TEOS layer.

SOLUTION: The L-shaped TEOS gas ejector is provided, around the circumferential edge thereof, with a large number of openings extending in the longitudinal direction along the surface of the ejector. The L-shaped TEOS gas ejector is fixed in parallel with the vertical axis of a TEOS reaction chamber in the longitudinal direction. Since TEOS gas can be distributed uniformly in the vertical direction, difference of process state can be eliminated among wafers stacked at different vertical heights in the vertical reaction tube.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-75976
(P2002-75976A)

(43) 公開日 平成14年3月15日 (2002.3.15)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 L 21/31		H 0 1 L 21/31	B 4 K 0 3 0
C 2 3 C 16/455		C 2 3 C 16/455	5 F 0 4 5

審査請求 未請求 請求項の数40 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2001-190794(P2001-190794)
(22) 出願日 平成13年6月25日(2001.6.25)
(31) 優先権主張番号 09/636581
(32) 優先日 平成12年8月10日(2000.8.10)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 501087641
チャータード・セミコンダクター・マニュ
ファクチャリング・インコーポレイテッド
CHARTERED SEMICONDU
CTOR MANUFACTURING,
INC.
アメリカ合衆国、95035 カリフォルニア
州、ミルピタス、マクキャンドレス・ドラ
イブ、1450
(74) 代理人 100089705
弁理士 社本 一夫 (外5名)

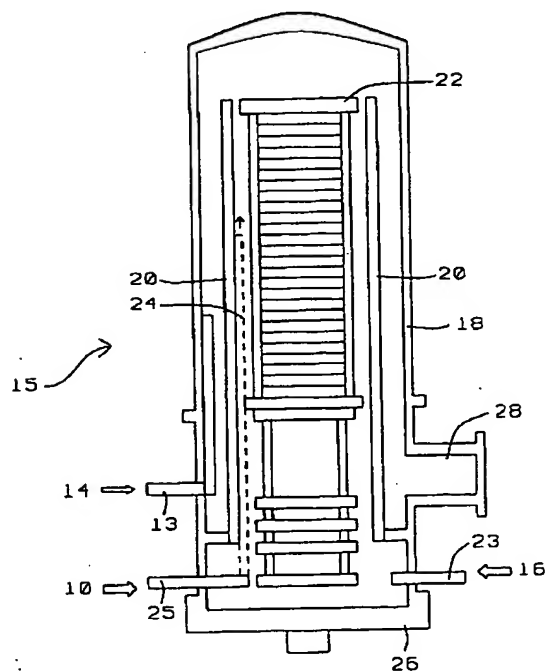
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 L字形ガス噴射装置及びその作動方法

(57) 【要約】

【課題】 1つ又は2つ以上のTEOS層を堆積させる新規な装置を提供すること。

【解決手段】 本発明の装置は、L字形のTEOSガス噴射装置を提供し、該TEOSガス噴射装置には、その周縁の周りに設けられ且つL字形のガス噴射装置の表面に沿って長手方向に伸びる、多数の開口部が形成されている。L字形のガス噴射装置の長手方向は、TEOS反応チャンバの垂直軸線に対し平行に取り付けられている。このため、本発明の装置は、TEOSガスを反応管の垂直方向に均一に分配することを許容し、これにより、垂直な反応管内の異なる垂直高さに積層されたウェハのプロセス状態の相違を解消する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 プロセスガスを円筒状プロセスチャンバ内に噴射するL字形ガス噴射装置であって、前記円筒状のプロセスチャンバが、側壁と、底部と、中心軸線とを有し、該中心軸線が、前記円筒状プロセスチャンバを貫通するとき、中心軸線の入口点と出口点との間を伸びる、前記プロセスチャンバ内である長さを有する、L字形ガス噴射装置において、該L字形ガス噴射装置は、中心軸線と、ある長さと、表面と、ある直径とを有する第一の円筒状部分と、

中心軸線と、ある長さと、表面と、ある直径とを有する第二の円筒状部分とを具備し、前記第一の円筒状部分の前記中心軸線及び第二の円筒状部分の前記中心軸線が1つの面に属し且つ第一の角度にて交差し、

前記第一の円筒状部分の前記長さが、測定可能な程度だけ前記第二の円筒状部分の前記長さよりも短く、

前記第一の円筒状部分が前記プロセスチャンバの前記側壁を貫通して第二の角度にて突出し、

前記第二の円筒状部分の前記中心軸線が前記プロセスチャンバの前記中心軸線と平行であり、且つ、

前記第二の円筒状部分の前記表面に多数の開口部が形成されることを特徴とする、L字形ガス噴射装置。

【請求項2】 請求項1のL字形ガス噴射装置において、前記プロセスガスがテトラ・エチル・オルト・シリケート（TEOS）を含む、L字形ガス噴射装置。

【請求項3】 請求項1のL字形ガス噴射装置において、前記プロセスチャンバがテトラ・エチル・オルト・シリケート（TEOS）反応チャンバである、L字形ガス噴射装置。

【請求項4】 請求項1のL字形ガス噴射装置において、前記プロセスチャンバが、反応性ガスを導入可能な反応チャンバである、L字形ガス噴射装置。

【請求項5】 請求項1のL字形ガス噴射装置において、前記プロセスチャンバが、反応性ガスを導入可能な反応チャンバで、該反応チャンバは、更に前記反応性ガスにドーパントを追加することができる、L字形ガス噴射装置。

【請求項6】 請求項1のL字形ガス噴射装置において、前記プロセスチャンバが低圧装置である、L字形ガス噴射装置。

【請求項7】 請求項1のL字形ガス噴射装置において、前記プロセスチャンバが炭化ケイ素（SiC）管又は石英管を有する低圧装置である、L字形ガス噴射装置。

【請求項8】 請求項1のL字形ガス噴射装置において、前記プロセスチャンバがイオン・メタル・プラズマ（IMP）チャンバである、L字形ガス噴射装置。

【請求項9】 請求項1のL字形ガス噴射装置において、前記プロセスチャンバがLPCVDチャンバであ

る、L字形ガス噴射装置。

【請求項10】 請求項1のL字形ガス噴射装置において、前記第一の角度が90°である、L字形ガス噴射装置。

【請求項11】 請求項1のL字形ガス噴射装置において、前記第二の角度が90°である、L字形ガス噴射装置。

【請求項12】 請求項1のL字形ガス噴射装置において、前記第一の角度が約120°乃至140°の範囲にある、L字形ガス噴射装置。

【請求項13】 請求項1のL字形のガス噴射装置において、前記第二の角度が約40°乃至50°の範囲にある、L字形ガス噴射装置。

【請求項14】 請求項1のL字形ガス噴射装置において、前記第二の円筒状部分の前記表面に形成された前記開口部がある直径及び中心軸線を有し、これにより、前記開口部の前記中心軸線が前記第二の円筒状部分の前記表面と第三の角度にて交差する、L字形ガス噴射装置。

【請求項15】 請求項14のL字形ガス噴射装置において、前記第三の角度が約90°である、L字形ガス噴射装置。

【請求項16】 請求項14のL字形ガス噴射装置において、前記第三の角度が90°乃至90°±45°の範囲にある、L字形ガス噴射装置。

【請求項17】 請求項14のL字形ガス噴射装置において、前記開口部の前記直径が前記第二の円筒状部分の前記直径よりも測定可能な程度だけ小さい、L字形ガス噴射装置。

【請求項18】 請求項1のL字形ガス噴射装置において、前記第二の円筒状部分が、前記円筒状プロセスチャンバの前記中心軸線の前記長さに略等しい長さを有する、L字形ガス噴射装置。

【請求項19】 円筒状プロセスチャンバ内にプロセスガスを噴射するL字形ガス噴射装置のアブライング方法であって、

前記円筒状のプロセスチャンバが、

側壁と、

底部と、

中心軸線とを有し、

前記中心軸線が前記プロセスチャンバ内にある長さを有し、該長さが、前記円筒状プロセスチャンバを貫通するとき、前記中心軸線の入口点と出口点との間を伸び、前記L字形ガス噴射装置が、

中心軸線と、ある長さと、表面と、ある直径とを有する第一の円筒状部分と、

中心軸線と、ある長さと、表面と、ある直径とを有する第二の円筒状部分とを具備し、

前記第一の部分の前記中心軸線及び前記第二の部分の前記中心軸線が1つの面に属し且つ第一の角度にて交差

し、

前記第一の円筒状部分の前記長さが、測定可能な程度だけ前記第二の円筒状部分の前記長さよりも短く、前記第一の円筒状部分が前記プロセスチャンバの前記側壁を貫通して第二の角度にて突出し、前記第二の円筒状部分の前記中心軸線が前記プロセスチャンバの前記中心軸線と平行で、且つ前記第二の円筒状部分の前記表面に多数の開口部が形成されることを特徴とする、L字形噴射装置のアブライング方法。

【請求項20】 請求項19の方法において、前記プロセスガスが、テトラ・エチル・オルト・シリケート（TEOS）を含む、方法。

【請求項21】 請求項19の方法において、前記プロセスチャンバが、テトラ・エチル・オルト・シリケート（TEOS）反応チャンバである、方法。

【請求項22】 請求項19の方法において、前記プロセスチャンバが、反応性ガスを導入可能な反応チャンバである、方法。

【請求項23】 請求項19の方法において、前記プロセスチャンバが、反応性ガスを導入可能な反応チャンバであり、該反応チャンバが、更に、前記反応性ガスにドーパントを追加することができる、方法。

【請求項24】 請求項19の方法において、前記プロセスチャンバが低圧装置である、方法。

【請求項25】 請求項19の方法において、前記プロセスチャンバが炭化ケイ素（SiC）管又は石英管を有する低圧装置である、方法。

【請求項26】 請求項19の方法において、前記プロセスチャンバがイオン・メタル・プラズマ（IMP）チャンバである、方法。

【請求項27】 請求項19の方法において、前記プロセスチャンバがLPCVDチャンバである、方法。

【請求項28】 請求項19の方法において、前記プロセスチャンバが熱酸化加熱炉である、方法。

【請求項29】 請求項19の方法において、前記プロセスチャンバが熱拡散加熱炉である、方法。

【請求項30】 請求項19の方法において、前記プロセスチャンバが高真空気圧力の酸化加熱炉である、方法。

【請求項31】 請求項19の方法において、前記プロセスチャンバがプラズマ作動酸化加熱炉である、方法。

【請求項32】 請求項19の方法において、前記第一の角度が 90° である、方法。

【請求項33】 請求項19の方法において、前記第二の角度が 90° である、方法。

【請求項34】 請求項19の方法において、前記第一の角度が約 120° 乃至 140° の範囲にある、方法。

【請求項35】 請求項19の方法において、前記第二の角度が約 40° 乃至 50° の範囲にある、方法。

【請求項36】 請求項19の方法において、前記第二

の円筒状部分の前記表面に形成された前記開口部がある直径及び中心軸線を有し、これにより、前記開口部の前記中心軸線が前記第二の円筒状部分の前記表面と第三の角度にて交差する、方法。

【請求項37】 請求項36の方法において、前記第三の角度が約 90° である、方法。

【請求項38】 請求項36の方法において、前記第三の角度が 90° 乃至 $90^\circ \pm 45^\circ$ の範囲にある、方法。

【請求項39】 請求項36の方法において、前記開口部の前記直径が前記第二の円筒状部分の前記直径よりも測定可能な程度だけ小さい、方法。

【請求項40】 請求項19の方法において、前記第二の円筒状部分が、前記円筒状プロセスチャンバの前記中心軸線の前記長さに略等しい長さを有する、方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、集積回路デバイスの製造、より具体的には、縦型LPCVD TEOS加熱炉中で処理されるウェハに対しTEOSスプレーの厚さの均一さをより正確に適合させる装置及びそのアブライング(apply)方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体デバイスの製造時、コスト面の有利さを考慮して、ウェハは比較的多量（すなわちバッチ）にて同時に処理されることが必要とされている。この処理のため、ウェハを、ウェハホルダすなわちポート内に挿入し、その後、ポート内に保持された全てのウェハに等しく適用されるある特定の処理工程が行われる。半導体デバイスのプロセスでは、ウェハ表面が化学薬剤に曝されることが極めて多い。プロセスの均一さ及びこのようにして作られる半導体デバイスの均一さを保証するには、ポート内に装填される全てのウェハの表面に保持された全てのデバイスが等しくさらされて処理されることが必要となる。このことは、半導体デバイスを製造するときに使用される化学薬剤又はその他の物質が、実質的に同一の温度、圧力、化学的濃度、ガスの流量及び衝撃角度等の下で、デバイスが製造されるウェハ表面に作用しなければならないことを意味する。ポート内に保持されたウェハの処理では、殆どの場合、特定の処理工程用に特に設計されたプロセスチャンバである、処理環境内に該ポートを導入しなければならないことがしばしば生じる。一例として、例えば、 SiH_4 又は Si_2H_6 のような、反応性ガスを例えば、 0.01 乃至 1.0 cc/分 の流量のような特定の流量にてチャンバ内に導入することが可能で、ボロン(boron)又はホスホラス(phosphorous)のようなガスにドーパントを添加することができる、反応チャンバ使用することが出来る。反応チャンバは、また、 SiC （炭化ケイ素）管又は石英管を有する低圧装置とすることもでき、これにより、

例えば0乃至20ボルトの範囲内でチャンバの電極に電圧を印加する間に、例えば、1乃至10時間の範囲内の時間、必要とされる膜の厚さに応じて、加工物を反応チャンバ内でさらすことができる。

【0003】業界では、プロセスチャンバ、特に、エッチングチャンバの洗浄に採用することのできる方法について非常に関心が向けられている。エッチングチャンバの洗浄方法のプロセスを制御する方法は、いわゆるエンド・ポイント・ディテクション(end-point-detection)である。この方法を使用すれば、それ以前にチャンバの壁に付着した全ての材料が除去されたとき、洗浄過程は停止される。発光分析法(OES)は、洗浄副産物の1つの特徴である放出信号の強さをモニタリングすることを可能にする。しかし、この方法は、エッチングチャンバの内壁がこの材料識別プロセスを妨害しない材料で出来ている場合に限り効果的である。レーザ励起蛍光は、また、エッチングされた材料の不存在又はエッチングされた材料の実質的に低下した濃度又はその既知の任意の成分について、エッチング層に隣接するガス組成をモニタリングすることも可能にする。

【0004】プロセスチャンバの別の例として、誘電体の開口内に金属層を堆積する前に、施されることがしばしばである種層の堆積のために使用されるスパッタチャンバを掲げることができる。種層を堆積するためのこのプロセス状態では、スパッタチャンバ又はイオン・メタル・プラズマ(IMP)チャンバを使用し、約0℃乃至300℃の範囲の温度及び約1mトル乃至100mトルの範囲の圧力で、約10乃至400sccmの範囲の流量にて種層として銅又は銅合金を使用し、雰囲気ガスとしてアルゴンを使用する。

【0005】プロセスチャンバを使用することの更に一例として、本発明に対してより直接的に適用される実施例では、約100乃至300sccmの範囲の流量、約650乃至730℃の範囲の温度、約300乃至600mトルの範囲の圧力、及び約60分の堆積時間にて、供給源としてTEOSを使用し、このTEOSを含む絶縁材料層を堆積させることであり、これにより、使用されるプロセスチャンバはLP装置となる。

【0006】半導体デバイスの製造時にしばしば使用される材料の1つは、テトラ・エチル・オルト・シリケート(TEOS)である。二酸化ケイ素(ドーブ又は非ドーブ「酸化物」)、又は窒化ケイ素(「窒化物」)、酸化窒化ケイ素、フルオロポリマー、バリレン、ポリイミド、テトラ・エチル・オルト・シリケート(TEOS)系酸化物、ボロ・ホスファート・シリケート・ガラス(BPSG)、ホスファート・シリケート・ガラス(PSG)、ボロ・シリケート・ガラス(BSG)、酸化物-窒化物-酸化物(ONO)、プラズマ励起窒化ケイ素(PSiNx)、酸窒化物(oxynitride)等に限定されるわけではないが、例えばこのような、適当な誘電材によ

って、導体は一般的に互いに且つその下方の導電性要素から絶縁されている。また、通常の酸化物よりも誘電率が小さい誘電材である、ヒドロ・シルセスキオキサン(hydrogen silsesquioxane)又はHDP-FSG(高密度プラズマ・フッ素ドーブ・ケイ酸塩ガラス)のような、低誘電定数の材料を使用することもできる。

【0007】第一の酸化物層を施さなければならない場合、SiO₂、TEOS、プラズマ励起TEOS(PE TEOS)、ホウ素リン酸塩(boron phosphate)及びシリケート・ガラス(BPSG)を使用することができる。

【0008】誘電体層を堆積させるためには、例えば、約350乃至450℃の範囲の温度及び約5000乃至10,000オングストロームの厚さにて、PECVD法を使用し且つ供給源としてTEOSを使用し、通常の堆積技術を使用することができる。

【0009】典型的に、MOSFETゲート電極の側壁に形成されるゲートスペーサとしては、窒化ケイ素、酸化ケイ素、BSG、PSG、ポリシリコン、誘電性であることが好ましいその他の材料、TEOS供給源から形成されたCVD酸化物を使用することができる。また、平行プレート反応器内にてシリコン供給源としてTEOSを使用して、二酸化ケイ素層を堆積させることができる。

【0010】約15sccmの流量、約800mトルのガス圧力、約400ワットのrf(高周波)電力密度、周囲ウェハ温度及び約10秒のエッチング時間で、エッチング剤ガスとしてCF₄又はCHF₃を使用し、TEOSの堆積層をエッチングすることができる。

【0011】本発明の装置は、LPCVDチャンバを使用することを対象とする。LPCVDチャンバの典型的な作動状態は、約500乃至730℃の範囲の堆積温度及び約200mトル乃至2トルの範囲の圧力である。本発明の装置は、TEOSの堆積、LPCVDチャンバを対象とするが、TEOSの堆積にのみ限定されるものではない。例えば、約400乃至500℃の温度でLPCVD法を使用し、且つ六フッ化タングステン(tungsten hexafluoride)及びシランを供給源として使用してタングステン層を約6000乃至8000オングストロームの厚さにて堆積させることができる。酸化ケイ素層は、LPCVDプロセス法を使用し、580乃至680℃の範囲の温度で、例えば、約500乃至2500オングストロームの厚さにて堆積させることができる。絶縁体は、LPCVDを使用し、約650乃至950℃の範囲の温度で、例えば、約1000乃至2000オングストロームの範囲の厚さにて堆積させることができる。ゲートポリシリコンは、約500乃至700℃の範囲の温度でLPCVDを使用し、必要なドーパントを提供し得るようにホスフィンを添加して堆積させた、約500乃至700オングストロームの範囲の厚さの、現場でドーブ

したポリ堆積物を含むことができる。ケイ化タングステンは、約400乃至600℃の範囲の温度でLPCVDを使用し、且つ六フッ化タングステン(tungsten hexafluoride)及びシランを供給源として使用して、約750乃至1500オングストロームの範囲の厚さにて堆積させることができる。窒化ケイ素(Si_3N_4)は、ジクロロシラン(SiCl_2H_2)及びアンモニア(NH_3)のような反応剤のガス混合体を使用し、LPCVDを用いて、典型的に50乃至3000オングストロームの厚さに堆積させることが出来る。絶縁層は、LPCVDを使用し且つ反応剤ガスとしてテトラ・エト・シロキサン(TEOS)を使用して堆積させた、ホウ素リン酸ケイ酸塩ガラス(BPSG)を含むことができる。

【0012】上記の説明から、本発明がTEOSを堆積させるためLPCVDを使用することを対象としているが、LPCVD法を使用することは、当該技術分野にて広く使用され、多くの用途があることは明らかである。半導体の製造に広く使用されている、非結晶及び多結晶シリコンの薄膜を形成するためLPCVD技術がしばしば使用されている。例えば、非結晶シリコンは、ゲートからデバイス領域へのホウ素(B)の浸透を効果的に減少させることができるので、デュアル・ゲート・プロセスへの適用のため、CMOS構造体のゲートに形成するのに非結晶シリコンを使用することができる。ドーパド多結晶シリコンを、相互接続部、ゲート電極、エミッタ構造体及び抵抗器を形成するために使用することができる。これらシリコンの薄膜は、典型的に、シラン(SiH_4)又はジシラン(Si_2H_6)のようなシリコンガスを分解させて、LPCVD(低圧化学的気相成長法)により形成される。また、ジボラン(B_2H_6)、アルシン(AsH_3)又はホスフィン(PH_3)のようなドーパントガスを導入することにより、ガス相にてドーピングを行うこともできる。「堆積したまま」の膜の結晶構造体は、LPCVD法の堆積温度の関数に大きく寄与する。約550℃以下の温度のとき、「堆積したままの」膜は、非結晶構造体である。約550℃乃至約580℃の範囲の温度のとき、非結晶シリコンと多結晶シリコン間に遷移が存在する。半球状粒子(HSG)ポリシリコンは、典型的に、この遷移範囲内で成長する。約580℃以上の温度のとき、「堆積したままの」膜は多結晶構造を有する。

【0013】上述した実施例は、当該技術分野にて広く使用されている半導体の製造材料としてLPCVD技術及びTEOSの双方を使用することを特に記載するものである。半導体デバイスの主たる改良は、過去、殆ど、デバイスの寸法を不断に縮小させることにより実現されていたことも周知である。デバイスの寸法の縮小により、デバイスはサブミクロン以下程度まで縮小し、その結果、TEOSスペーサの厚さが均一でなければならないことはより重要となる。それは、この厚さの均一さが

デバイスの性能、信頼性及び歩留まりに直接、影響するからである。従来のLPCVD・TEOSプロセスチャンバでは、縦型チャンバを使用してTEOS層を施しており、短い横型噴射装置を介して反応管に供給されるTEOSガスが、反応管の底部から反応管内に流れる。その結果、ガス濃度は反応管の垂直方向において均一ではなく、TEOSガス濃度を反応管の頂部と比較したとき、反応管の底部にてより高くなる。この反応管のより高い位置におけるTEOSガス濃度の稀薄さを補償すべく、反応管の垂直方向へのTEOSガスの温度を制御することにより、ある程度、補償することができる。しかし、この補償は、TEOSガスの稀釈化効果を軽減する点で僅かな効果しかなく、その結果、TEOS層のウェハ内への堆積の均一さが損われることとなる。反応管の上方部分に配置されたウェハは、堆積均一さを顕著に低下させる。ウェハ内の堆積均一厚さにより顕著に影響するプロセスパラメータは、堆積したTEOSの局部的圧力及びTEOSガスのプロセス温度である。本発明の装置は、TEOSのウェハ内での堆積厚さの均一さ課題とするものである。

【0014】米国特許第5,800,616号(パーシン(Persyn))には、縦型LPCVD加熱炉及びL字形噴射装置(TEOS噴射80)が示されている。米国特許第5,020,476号(ベイン(Bayne))には、一次及び二次的噴射装置を有するガス分配装置が示されている。

【0015】米国特許第6,053,430号(ウー(Wu))には、酸化加熱炉用の横型噴射装置が示されている。米国特許第5,409,539号(ターナー(Turner))には、溝付きの拡散加熱炉装置が示されている。

【0016】米国特許第5,178,534号(ベイン(Bayne))には、別の噴射管を有する加熱炉が示されている。本発明の主要な目的は、TEOSの堆積を許容し、これにより、ウェハ装填マガジン内に保持された全てのウェハ表面にわたってTEOS層の堆積厚さを均一にする、装置を提供することである。

【0017】本発明の別の目的は、ウェハ装填マガジン内の異なる高さに装填された層間のTEOS堆積厚さの差を少なくすることである。本発明の別の目的は、ウェハ装填マガジン内に保持されたウェハの表面におけるTEOS堆積の勾配を少なくすることにより、基板の表面に形成された全ての半導体デバイスに対して均一な厚さのTEOSスペーサを形成することを許容することである。

【0018】本発明の目的によれば、1つ又は2つ以上のTEOS層を堆積させるため新たな装置が提供される。従来の縦型LPCVD・TEOS加熱炉が反応管の下端に配置された箇所にてTEOSガスを反応管内に供給するのに対して、本発明の装置は、L字形ガス噴射装

置の周面に形成され且つ該L字形ガス噴射装置の表面に沿って長手方向に伸びる、多数の開口部が設けられたL字形のTEOSガス噴射装置を提供する。L字形ガス噴射装置の長手方向は、TEOS反応チャンバの垂直方向に対し平行になる。このため、本発明の装置は、反応管の垂直方向に向けてTEOSガスを均一に分配することを許容し、これにより縦型反応管内の異なる垂直高さに積層されたウェハのプロセス状態の相違を解消する。

【0019】

【実施の形態の詳細な説明】ウェハ表面をそのウェハに対して必要とされる化学的作用及び処理にさらすとき、これが多数の(バッチ)ウェハに同時に施す場合にあっては、そのバッチ内に保持された全てのウェハに、及びウェハのバッチ内に保持されたウェハの各々の表面において、この作用は均一であることが必要とされる。この条件を充たすためには、これらの作用及び処理に係する全ての条件及び材料は、基板の表面に形成された半導体デバイスのような、個々の要素の各々に等しく施されることが基本である。典型的に、ウェハのバッチは、反応チャンバ、加熱炉又はオープン内で同時に処理されるであろう。このため、その処理が成功するためには、かかるプロセス環境内の全てのプロセス条件がプロセス媒体内の全ての点に対して(三次元的に)可能な限り等しいことが極めて重要である。このことは、プロセス条件がプロセスチャンバ(典型的に、円筒状の形状)の半径方向にのみならず、プロセスチャンバの長手方向、すなわち垂直方向にも等しくなければならないことを意味する。多くの従来のプロセスチャンバでは、プロセスガスがプロセスチャンバ内に入るときに通るポート、及び使用済みのガスがプロセスチャンバから排出されるときに通る相応するポートを有している。これらの入口及び出口点がポートであることは、これらが局部的な入口及び出口点であることを示しており、このことは、プロセスチャンバ内に放出されたガスが一点にてこのチャンバに入り、このため、典型的に、プロセスチャンバの全体に亘って等しく分配されないことを更に示す。その結果、プロセスチャンバ内のプロセス条件に相違が生じ、この相違は堆積層又は形成されたデバイスの形態が不均一に形成されるような、不均一のプロセス結果を容易に招来する。本発明の方法及び装置は、この問題点を課題とし、プロセスチャンバ内に保持された全てのウェハに対してウェハ表面を等しく処理することができる方法及び装置を提供するものである。

【0020】次に、具体的に、図1を参照すると、従来型式及び新規なTEOSガス噴射装置の双方が取り付けられた、TEOS反応チャンバ15の断面図が図示されている。

【0021】前記TEOS反応チャンバ15は、次のような、多数のガス入口ポートを有している。25は、TEOS入口ポート、10は、このポートを通して流入す

るTEOSを示す。

【0022】13は、N₂入口ポート、14は、このポートを通して流入するN₂を示す。23は、O₂入口ポート、16は、このポートを通して流入するO₂を示す。更に、TEOS反応チャンバの次の構成要素を強調する。

【0023】18は、TEOS反応チャンバの主要容器、20は、ウェハポートがTEOS反応チャンバ内にある間にウェハポートを安定させる安定壁、22は、ウェハがTEOS反応チャンバ内にある間に、該ウェハを保持するウェハポート(マガジン)を示す。ウェハマガジンはまた、処理する必要のあるウェハをTEOS反応チャンバ内に装填し、TEOSを堆積してプロセス過程が完了した後、処理済みのウェハをTEOS反応チャンバから除去するためにも使用される。ウェハマガジン内に保持されたウェハは、ロジスティックな観点及びプロセスの観点から、TEOS反応チャンバ内でプロセスされる1つのウェハのバッチとして処理される。

【0024】24は、TEOS反応チャンバ内に取り付けられた新たなTEOS噴射装置である。25は、TEOS反応チャンバ内に取り付けられた新たなTEOS噴射装置24の入口ポートであり、26は、TEOS反応チャンバへの底部すなわち下方溜めであり、28は、使用済みのガスがTEOS反応チャンバから除去されるときに通るTEOS反応チャンバの出口ポートである。

【0025】本発明の噴射装置24は、TEOS反応チャンバ15の直立すなわち垂直方向寸法に沿ってTEOSを分配することを可能にすることは明らかである。このことは、ガスが一度TEOS反応チャンバに入ったならば、放出されたTEOSガスに対し何ら更なる手段又は方法を施すことなく(TEOS反応チャンバの全体に亘って均一に分配するために)、TEOSガスをチャンバの底部すなわち下方溜め26の近くでTEOS反応チャンバ内に放出する従来のTEOSガス噴射装置では実現されないことが明らかである。このことから、TEOSガスが、TEOS反応チャンバに入った後、TEOS反応チャンバの垂直方向に全く均一でないTEOSガス密度の分配状態となると予想されることは更に明らかである。従来型式の噴射装置を使用する場合、TEOSガスはチャンバの底部すなわち下方溜め26に近いTEOS反応チャンバ内へのガスの放出点近くで高濃度となる。この高濃度のTEOSから、TEOSガスは拡散過程を経てTEOS反応チャンバの全体に亘って分配されるが、この分配は自然の拡散過程以外の手段による支援を受けることはない。この拡散過程の確立及び制御が極めて不十分であるため、ウェハ(TEOS反応チャンバの垂直方向にてウェハマガジン22に取り付けられたもの)は、TEOSガスがTEOS反応チャンバに入った後、TEOSガスに等しくさらされると予想することはできない。このため、この過程の結果、TEOSの堆

積及びプロセスサイクルの制御が不十分となり、それに対応して、TEOS反応チャンバを使用して形成されるTEOSゲート電極スペーサの堆積厚さの均一さが不良となる。

【0026】上述した理由のため、従来のTEOSガス分配方法は、ウェハプロセス条件内において不良な性能を招くことになる。TEOSガスの入口に近いウェハ、すなわち、TEOS反応チャンバの底部（下方溜め26）に近いウェハは、このTEOS入口から更に離れたウェハよりもTEOSガスにより均一にさらされると考えられる。このことは、所定のウェハの表面（ウェハ内部）に形成されたTEOSスペーサは、この下方溜め26から更に離れたウェハの場合よりもTEOS反応チャンバの底部又は下方溜め26に近いウェハが実質的により均一な厚さ範囲を有することを示す測定結果により確認される。形成されたデバイスの形態がウェハ毎に相違することを解消し、又は最小限、かかる相違を顕著に軽減することが本発明の目的である。

【0027】本発明のTEOS噴射装置、すなわち、図1の断面図に参照番号24で特に示した噴射装置は、TEOSガスをTEOS反応チャンバ内に放出する前に、TEOSガスの分配状態を顕著に改良する。本発明のTEOS噴射装置は、開口部が形成された比較的長い円筒管からなり、この比較的長い円筒管は、TEOS噴射装置のより長い部分をTEOS反応チャンバ内に取り付けることを許容する短い円筒管に接続される。このTEOS噴射装置の設計は、TEOS反応チャンバ内で放出されたTEOSガスの分配状態を顕著に改良することを許容する。本発明のTEOS噴射装置は、本発明のTEOS噴射装置の比較的長い円筒管の中心軸線がTEOS反応チャンバの縦中央軸線に対し平行であるように、TEOS反応チャンバ内に取り付けられる。本発明の新規なTEOS噴射装置を介してTEOS反応チャンバに流入したTEOSガスは、TEOS反応チャンバに放出される前にTEOS反応チャンバの垂直方向に分配され、このため、TEOS反応チャンバ内に放出されたとき、TEOSガスは、TEOS反応チャンバの垂直方向に均一に分配される。このようにTEOS反応チャンバ内でTEOSガスが均一に分配される結果、ウェハマガジン22内に保持されたウェハは均一に且つ等しく（放出されたTEOSガス）にさらされる。それは、これらウェハは、また、TEOS反応チャンバの垂直方向に沿って分配されるからである。このため、本発明の新規なTEOS噴射装置は、等しいTEOSガス密度、圧力、温度等の状態の下で、処理されるウェハ表面にTEOSを提供することになる。ウェハマガジン22内に保持されたウェハに対するTEOSの作用及びそのプロセスは、ウェハマガジン22内に保持された全てのウェハに対し均一となる。その結果、ウェハの処理の結果として形成されるゲート電極スペーサは、TEOS反応チャンバ内の垂

直方向へのウェハの位置に関係なく、ウェハマガジン22内に保持されたウェハの各々に亘って均一であるゲート厚さの堆積形態を備えることになる。

【0028】図3には、挿入部分31と、TEOSガス放出部分32とから成る従来のTEOS噴射装置30の側面図が図示されている。挿入部分31は、TEOS反応チャンバの側壁を通して突き出す部分であり、放出部分32は、TEOSガスがチャンバに入るときに通るTEOS反応チャンバの内部に取り付けられた、多少、狭小な部分である。

【0029】図2には、挿入部分36と、TEOSガス放出部分37とから成る本発明のTEOS噴射装置が図示されている。この挿入部分36は、TEOS反応チャンバの側壁を貫通して突き出す部分であり、放出部分37は、TEOSガスがチャンバに入るときに通るTEOS反応チャンバの内側に取り付けられた部分である。部分37には、その周りで且つ部分37の長手方向に多数の小さい開口部が形成されている（図示せず）。部分37は、TEOS反応チャンバの中心軸線に対し平行に取り付けられた、本発明のTEOS噴射装置の上述した、比較的長い部分である。

【0030】従来のTEOS噴射装置及び本発明のTEOS噴射装置の実際の寸法は、適用例に極めて依存し、更に、本発明の要旨に密接な関係があるものではないから、この時点では説明しない。

【0031】図4には、本発明のTEOS噴射装置により得られた結果が更に確認され且つ示されている。図4には、図1のTEOS反応チャンバを使用してTEOSスペーサを製造し、これにより、図2に図示した本発明のTEOS噴射装置を含むときのTEOS厚さの均一性及び範囲のグラフが示されている。

【0032】図4には、本発明の方法及び装置に関して得られた結果が示してある。横軸線すなわちX軸線に沿って、TEOS反応チャンバ内でこれらウェハが占める積層位置又は垂直位置に従ってウェハが示してある。参照符号「a」は、TEOS反応チャンバの底部26から最も離れた位置にあるウェハを示し、換言すれば、このウェハはウェハマガジン22（図1）内に保持されたウェハ積層体の頂部に位置する。参照符号「b」は積層体の頂部と中心との間の途中に配置されたウェハを示し、参照符号「c」は積層体の中央に配置されたウェハを示し、参照符号「d」は積層体の中央と底部との間の途中に配置されたウェハを示し、参照符号「e」は積層体の底部に配置されたウェハを示す。最左側縦軸線すなわちY軸は、TEOSスペーサの厚さがウェハ間で均一であることを示す（％で表示する）一方、最左側縦軸は、TEOSスペーサの厚さ範囲を示す（オングストロームの単位で表示する）。縦コラムa1、b1、c1、d1、e1は、従来型式のTEOS噴射装置を使用して、TEOS反応チャンバ内で処理されるウェハに対し測定した

TEOSスプレーサの厚さ範囲を示し、縦コラムa2、b2、c2、d2、e2は、本発明のTEOS噴射装置を使用して、TEOS反応チャンバ内でプロセスされるウェハに対し測定したTEOSスプレーサの厚さ範囲を示す。左側から右方向へのコラム（コラム「a」からコラム「e」）を比較すると、コラム「a」で示したウェハ、すなわち、積層体の頂部にあるウェハに対するその厚さ範囲の改良が最も劇的である一方、積層体の底部近くのウェハの場合、その改良程度は徐々に減少することが明らかである。このことは、本発明のTEOS噴射装置はTEOSをより制御された仕方にて積層体の頂部のウェハに近づけるから、予想されるものである。

【0033】TEOSスプレーサの堆積厚さの均一さは、曲線「f」、「g」により更に確認され、この場合、曲線「f」は、従来のTEOS噴射装置を使用して堆積したTEOSスプレーサの均一さを示す一方、曲線「g」は、本発明のTEOS噴射装置を使用して堆積したTEOSスプレーサの均一さを示す。この範囲についての観察の結果は、均一さのパラメータに等しく適用され、TEOSスプレーサを形成するときの本発明のTEOS噴射装置の価値を更に確認する。

【0034】この均一さは次式を用いて計算される。

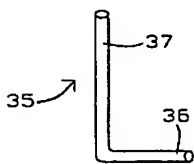
均一さ = (厚さ範囲 / 2 × 平均厚さ) × 100%

図示した範囲は、次式を用いて計算される。

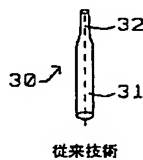
【0035】範囲 = 最大厚さ - 最小厚さ

上記の測定はウェハ対角線に沿って分配された9つの点に対して行い、この対角線は90°の角度で交差する。2本の対角線の交点は9つの点の1つであり、残りの8つの点は交差する対角線に沿って等しく隔てられ、その2つの点は交差する対角線の各部分に位置している。対角線上にあり且つウェハの周縁に最も近い外側の点は周縁から3mm分離した距離にある。

【図2】



【図3】



*【0036】本発明は、その特定の実施の形態に関して説明したが、本発明をこれら図示した実施の形態に限定することを意図するものではない。当業者は、本発明の精神から逸脱せずに変更例及び改変例が具体化可能であることが認識されよう。このため、特許請求の範囲及びその均等の範囲に属するかかる全ての変更例及び改変例を本発明の範囲に包含することを意図するものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】長く且つ有孔のTEOSガス噴射装置が取り付けられた、本発明のLPCVDTEOS加熱炉の断面図である。

【図2】本発明のTEOS噴射装置の図である。

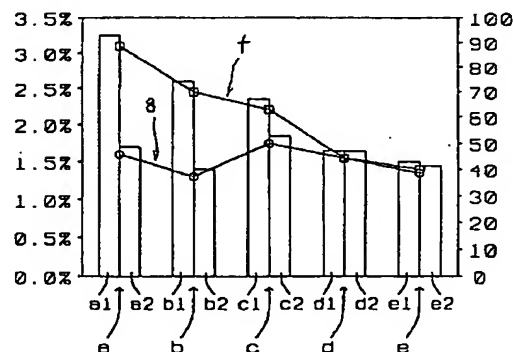
【図3】従来のTEOS噴射装置の図である。

【図4】本発明の有孔TEOSガス噴射装置を具体化することにより得られた結果を示す図である。

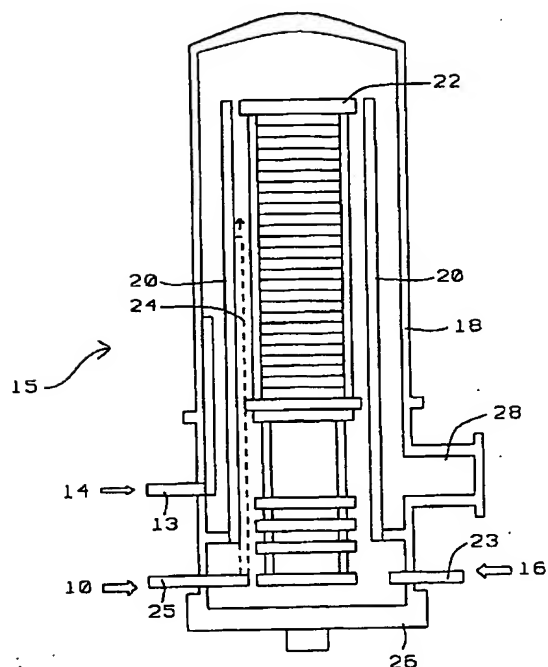
【符号の説明】

10	TEOS	13	N ₂ 入口ポート
14	N ₂	15	TEOS反応チャンバ
16	O ₂	18	TEOS反応チャンバの主要容器
20	安定壁	22	ウェハポート（マガジン）
23	O ₂ 入口ポート	24	TEOS噴射装置
25	TEOS入口ポート		
26	TEOS反応チャンバへの底部又は下方溜め		
28	TEOS反応チャンバの出口ポート		
30	TEOS噴射装置	31、36	挿入部分
*	32、37		TEOSガス放出部分

【図4】



【図1】



フロントページの続き

(72)発明者 キアン・ウー・クアン
シンガポール国 670220 ベティア・ラウ
ンド, ナンバー 12-333, ビーエルケイ
220

(72)発明者 チャン・チャン
シンガポール国 760279 イシュン・スト
リート 22, ナンバー 02-330, ビーエ
ルケイ 279

(72)発明者 ウォン・ハイ・ロン
シンガポール国 760653 イシュン・アベ
ニュー 4, ナンバー 08-453, ビーエ
ルケイ 653

(72)発明者 ソウ・ボック・チュア
シンガポール国 390042 キャsshia・ク
レッセント, ナンバー 05-210, ビーエ
ルケイ 42

F ターム(参考) 4K030 AA06 AA14 AA18 BA29 BA44
CA04 EA03 FA10 KA04 LA15
5F045 AA06 AB32 AC07 AC11 BB02
DP15 DQ05 EC05 EF03 EF08

第7部門(2)

出願人の名義変更

(平成14年7月5日(2002.7.5)発行)

特 許 公開番号	分 類	識別 記号	出願番号	旧出願人及び代理人	新出願人及び代理人
2002- 64297	H05K 13/04		2000-251222	000119793 茨城日本電気株式会社 茨城県真壁郡関城町関館字大 茶367-2 代理人 100082935 京本 直樹 (外2名)	000004237 日本電気株式会社 東京都港区芝五丁目7番1号 代理人 100082935 京本 直樹 (外2名)
2002- 75976	H01L 21/31		2001-190794	501087641 チャータード・セミコンダク ター・マニファクチャリン グ・インコーポレイテッド アメリカ合衆国、95035 カリ フォルニア州、ミルピタス、 マクキャンドレス・ドライ ブ、1450 代理人 100089705 社本 一夫 (外5名)	599093591 チャータード・セミコンダク ター・マニファクチャリン グ・リミテッド シンガポール国 738406、ス トリート 2、ウッドランズ ・インダストリアル・パーク 60 代理人 100089705 社本 一夫 (外5名)
2002- 93662	H01G 9/916		2000-279902	000227205 エヌイーシーインフロンティ ア株式会社 神奈川県川崎市高津区北見方 2丁目6番1号 代理人 100087066 熊谷 隆 (外1名)	301076935 日通エレクトロニクス株式会 社 長野県須坂市大字小河原2031 番地の1 代理人 100087066 熊谷 隆 (外1名)
上記は出願公開前に承継されたものである。					